Clifton Scannell Emerson
Associates

Rapporto tecnico di costruzione

Clifton Scannell Emerson
Associates

SCML01-CSE-00-XX-RP-C

Cliente: Apto

Data: Novembre 2024

Codice di lavoro: 24_004

CONSULTING ENGINEERS

Civil Engineering | Structural Engineering | Transport Engineering | Environmental Engineering | Project Management | Health and Safety

Clifton Scannell Emerson Associates

Clifton Scannell Emerson Associates Limited,
Consulting Engineers, Seafort Lodge, Castledawson Avenue, Blackrock, Co. Dublino, Irlanda.
T. +353 1 2885006 F. +353 1 2833466 E. info@csea.ie W. www.csea.ie

Scheda di controllo dei documenti

Nome del progetto:	Schumacher
Codice del progetto:	24_004
Titolo del rapporto:	Rapporto tecnico di costruzione
Nome del file:	SCML01-CSE-00-XX-RP-C

SIMONE DELLA SALA
Ingegnere Strutturale
Engineers Ireland Numero di Iscrizione:

Edizione n.	Stato	Data	Preparato da	Controllato da
01	WIP	27/09/2024	AJ	PM
02	WIP	04/10/2024	AJ	PM
03	VIA	18/10/2024	BL	PM
04	VIA	18/11/2024	BL	PM
05	VIA	06/12/2024	BL	PM
06	VIA	17/12/2024	BL	PM

Indice dei contenuti

1 PREMESSA 4
2 DEFINIZIONE DEL PROCESSO DI COSTRUZIONE PRELIMINARE 5
2.1 Descrizione del processo di costruzione 6
2.2 Descrizione dei criteri adottati per la localizzazione e il dimensionamento dei cantieri 11
2.3 Materiali e risorse necessarie per la realizzazione dei lavori 17
2.4 Correlazione del processo di costruzione preliminare con i materiali di scarto delle lavorazioni 19
2.5 Piano di trasporto del sito e tipi e frequenze dei veicoli operativi 25
Appendice A - Disegni 32

1 PREMESSA

L'obiettivo della presente relazione è quello di delineare il processo preliminare integrato per l'allestimento del cantiere e l'esecuzione delle opere relative alla realizzazione di un nuovo Datacenter nel territorio di Lacchiarella. Tale sviluppo avverrà all'interno dell'area H2a, una parte delle aree designate dal vigente Piano di Governo del Territorio (PGT) del Comune di Lacchiarella come "Ambito di Trasformazione H1 - H2", situata al margine occidentale del territorio comunale, nel quadrante definito dalla SP40 Binasco-Melegnano, dalla SP ex-SS35 dei Giovi e dalla SP105 (vedi Figura 01.1).

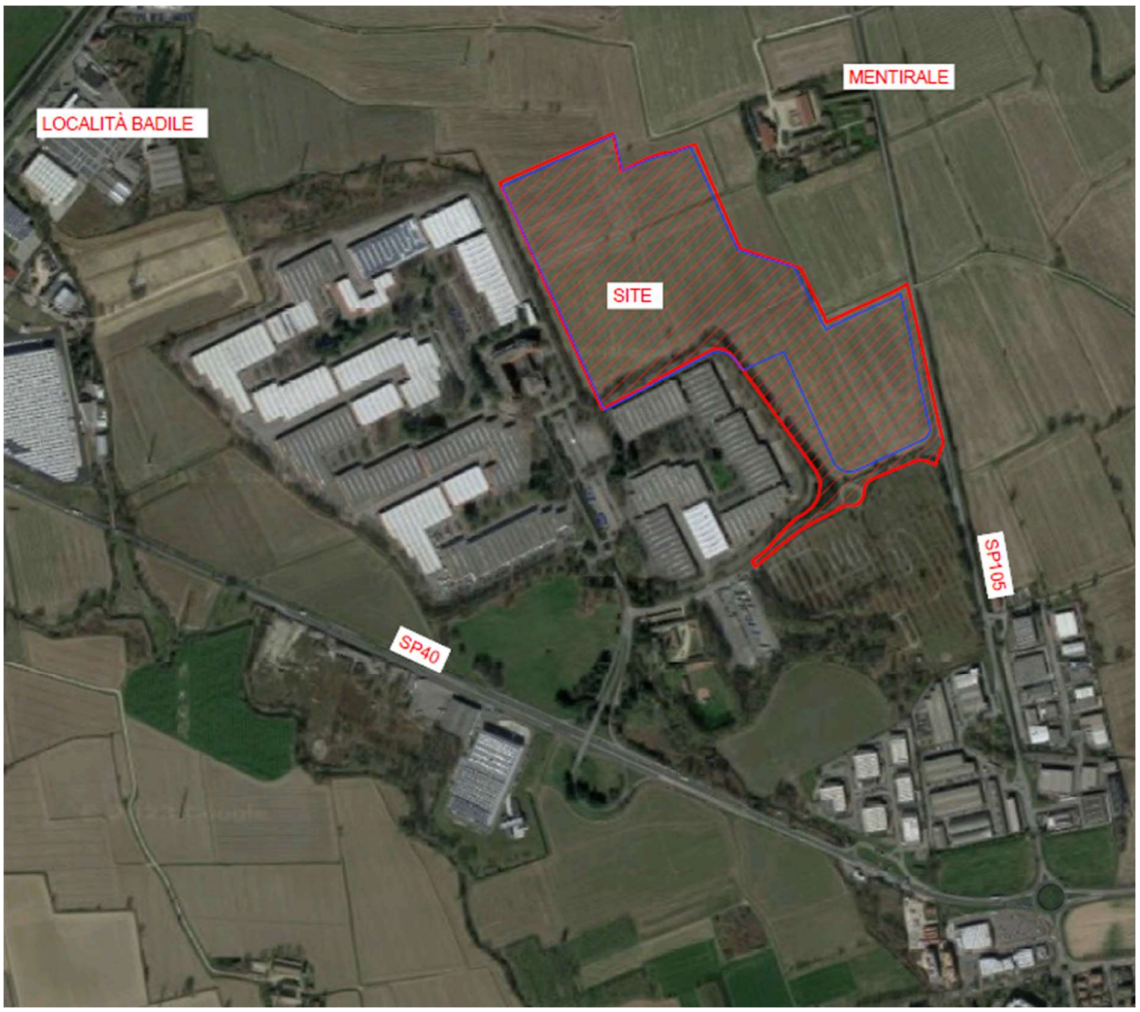

Figura 01.1 - Schema dell'area d'intervento H2a (rosso) e dell'area di sviluppo (blu).

L'iter di cantiere dello sviluppo, tutto all'interno del territorio comunale di Lacchiarella, è stato qui delineato in termini preliminari. È importante notare che le aree operative coinvolte nella realizzazione del progetto possono essere riassunte come segue:

- ✓ Costruzione di 5 edifici all'interno del campus, tra cui una sottostazione, in più fasi (si veda la sezione 2.1.), comprese tutte le infrastrutture connesse (aree di servizio, strade interne e spazi di manovra, parcheggi e reti di distribuzione, ecc.)
- ✓ Riqualificazione e potenziamento della funzionalità dell'ecosistema all'interno dell'area di sviluppo, attraverso riconnessioni funzionali e opportuni rimodellamenti morfologici, finalizzati alla mitigazione e compensazione ambientale e paesaggistica. Gli interventi comprendono:

    - La presenza di alberi e arbusti con la formazione di aree e macchie boschive, cinture arboree, siepi campestri a più file, filari doppi e singoli.

Si precisa che tutti gli interventi di riqualificazione infrastrutturale relativi al centro urbano nelle aree individuate dal vigente PGT del Comune di Lacchiarella come "Ambito di Trasformazione H1 - H2" esulano dall'ambito delle presenti relazioni.

Il processo preliminare di costruzione del sito qui delineato si basa su un piano d'azione operativo strutturato in due fasi. Questo approccio consente di sviluppare un processo di costruzione integrato informato sul sito che:

- ✓ Garantisce un quadro precauzionale per la valutazione delle emissioni generate dalle attività di costruzione, in quanto lo scenario tiene conto della sequenza temporale delle varie fasi, differenziate per aree di progetto (strade e infrastrutture, mitigazione ed edifici);
- ✓ Dà priorità all'identificazione e all'attuazione delle migliori tecniche operative per garantire la massima sicurezza sia per i potenziali recettori interessati dalle attività del sito sia per i lavoratori e gli operatori. Cerca inoltre di ottimizzare le risorse, ridurre il fabbisogno energetico e proteggere le risorse idriche, ove possibile.

Questo approccio preliminare al processo di cantiere consente un'analisi dettagliata delle sequenze di attuazione più critiche per i fattori ambientali e umani impattati dal progetto, garantendone la piena sostenibilità.

2 DEFINIZIONE DEL PROCESSO DI COSTRUZIONE PRELIMINARE

Questo capitolo illustra l'approccio metodologico che ha guidato le varie fasi di sviluppo delle soluzioni adottate, con l'obiettivo di ottimizzare il processo di costruzione e minimizzare i potenziali impatti dei cantieri sulle molteplici funzioni dell'area. La metodologia è stata concepita per garantire:

- ✓ Una sostenibilità completa della fase di attuazione del progetto;
- ✓ Un corretto processo di cantiere che, da un lato, tenga conto delle esigenze realizzative delle opere in progetto e, dall'altro, salvaguardi i caratteri ambientali del contesto territoriale interessato dalle opere.

Gli aspetti fondamentali che caratterizzano la pianificazione complessiva del piano del sito possono essere riassunti come:

- ✓ Programmazione dei tempi di attuazione e delle relative modalità operative;
- ✓ Specializzazione delle funzioni dell'area del sito (tipo e posizione), con relativo dimensionamento;
- ✓ Identificazione della frequenza di attuazione dei mezzi e delle vie di accesso e di uscita dalle aree di costruzione.

Gli argomenti trattati nel presente documento sono ulteriormente supportati da disegni grafici, elencati di seguito, che forniscono una visione completa dell'intero progetto di cantiere. Per una visione più dettagliata, si rimanda a quanto segue:

- SCML01-CSE-XX-Z-D-C-103000-Fase di costruzione 1a
- SCML01-CSE-XX-Z-D-C-103001-Fase di costruzione 1b
- SCML01-CSE-XX-Z-D-C-103002-Fase di costruzione 2
- SCML01-CSE-XX-Z-D-C-103004-Fase di costruzione complessiva

2.1 Descrizione del processo di costruzione

Per agevolare una precisa programmazione delle attività e dei lavori, il cronoprogramma riportato di seguito illustra il calendario previsto per l'esecuzione dei compiti principali, organizzati in grandi fasi di attuazione.

2.1.1 Il calendario dei lavori

La tempistica del progetto è stata pianificata in linea con il processo di costruzione complessivo per le seguenti aree dello sviluppo:

- ✓ Costruzione di 5 edifici, tra cui una sottostazione;
- ✓ Costruzione di edifici accessori, hub di sicurezza e recinzione;
- ✓ Sviluppo di opere infrastrutturali, tra cui strade di accesso e parcheggi;
- ✓ Esecuzione di misure di mitigazione e compensazione ambientale, tra cui rimodellamento morfologico, sistemazione del paesaggio, percorsi ciclopedonali attrezzati e rimboschimento;

A questo proposito, di seguito sono riportate le durate in giorni di calendario per ogni singola fase. È stato elaborato un calendario specifico che illustra gli elementi chiave del cronoprogramma di costruzione per ciascuna fase e che è riportato nella sezione 2.1.2.

Lavori preliminari/ pre-costruzione:	104 giorni
Fase 1a (edificio S1, S2, hub di sicurezza, recinzione, cancello, paesaggio):	535 giorni
Fase 1b (edificio S2)	529 giorni
Fase 2 (Edificio S3, S4 e S5):	1232 giorni

Si precisa che tutti gli interventi di riqualificazione infrastrutturale relativi al centro urbano nelle aree individuate dal vigente PGT del Comune di Lacchiarella come "Ambito di Trasformazione H1 - H2" esulano dall'ambito della presente relazione.

2.1.2 Fasi esecutive degli interventi per la realizzazione del campus

Le varie fasi operative saranno realizzate in parte in sequenza e in parte in successione, a seconda della fase specifica, e potranno iniziare immediatamente dopo l'approvazione della relativa licenza edilizia. Lo sviluppo del sito proposto sarà accompagnato dalla ristrutturazione del sistema viario circostante l'area di intervento (al di fuori dell'attuale ambito di sviluppo), insieme all'esecuzione di tutte le misure ambientali e di compensazione.

All'interno di ogni fase, il calendario specifico di questa sezione delinea le attività principali, sottolineando quelle che si sovrappongono nei tempi.

Le attività di compensazione e mitigazione ambientale dovrebbero essere completate principalmente nell'ambito della Fase 1a, consentendo alla successiva fase di costruzione di beneficiare di una configurazione funzionale in grado di mitigare i potenziali impatti derivanti dagli interventi.

Prima di ogni fase, l'area di costruzione sarà preparata come segue:

- ✓ Sgombero e allestimento dell'area di costruzione;
- ✓ Predisposizione di percorsi di accesso con segnaletica chiara e aree delimitate;
- ✓ Verifica della posizione di tutte le utenze sotterranee;
- ✓ Installazione delle attrezzature di cantiere, cioè dei macchinari e delle apparecchiature necessarie per l'esecuzione dei lavori.

La sequenza dei lavori che caratterizzano ciascuna fase operativa è dettagliata di seguito, con un disegno corrispondente.

Fase 1a (si veda anche la Figura 02.2):

La fase 1a prevede l'implementazione di:

- ✓ Completamento di tutti i lavori di terra per la Fase 1;
- ✓ Costruzione e allestimento dell'edificio S1;
- ✓ Sottostazione MT temporanea;
- ✓ Sottostazione HV;
- ✓ Installazione di tutti i servizi sotterranei della Fase 1, compresa la sottostazione;
- ✓ Bacino di attenuazione;
- ✓ Costruzione di un hub di sicurezza, di una recinzione e di un cancello d'ingresso;
- ✓ Paesaggio con particolare attenzione alla cintura verde esterna e alle pareti verdi interne;
- ✓ Tutte le strade di accesso alla Fase 1, compresi i parcheggi;
- ✓ Edifici accessori associati.
- ✓ Installazione completa della recinzione di sicurezza

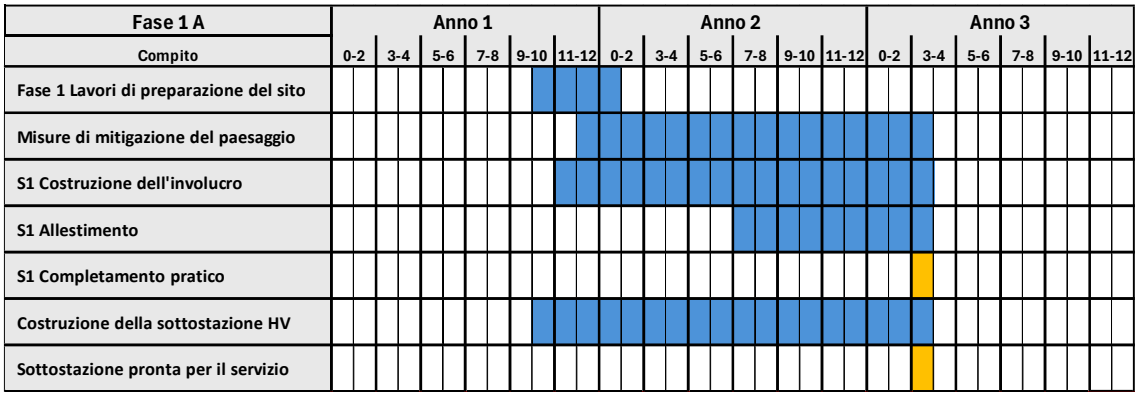

Figura 02.1: Cronologia dettagliata Fase 1A

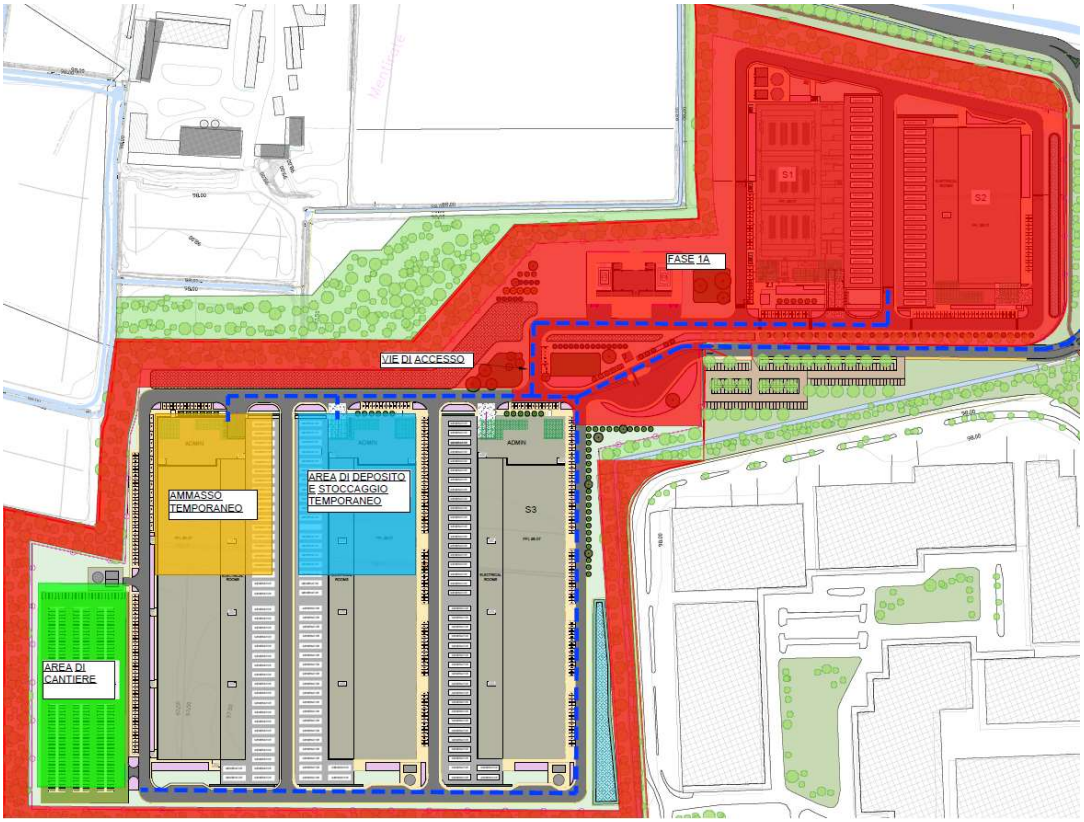

Figura 02.2 - Pianta della configurazione del sito nella Fase 1a.

Fase 1b (si veda anche la Figura 02.4):

La fase 1b prevede l'implementazione di:

- ✓ Costruzione e allestimento dell'edificio S2;
- ✓ Misure di mitigazione paesaggistica;
- ✓ Accesso all'edificio S2, compreso il parcheggio;
- ✓ S2 servizi sotterranei;
- ✓ Edifici accessori associati.

È stato redatto un calendario specifico che illustra gli elementi chiave del cronoprogramma di costruzione delineato nella figura 02.3 di seguito:

Fase 1 B	Anno 1						Anno 2						Anno 3					
Compito	0-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	0-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	0-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
S2 Costruzione della scocca																		
S2 Allestimento																		
S2 Completamento pratico																		
Opere edili accessorie																		

Figura 02.3: Cronologia dettagliata Fase 1B

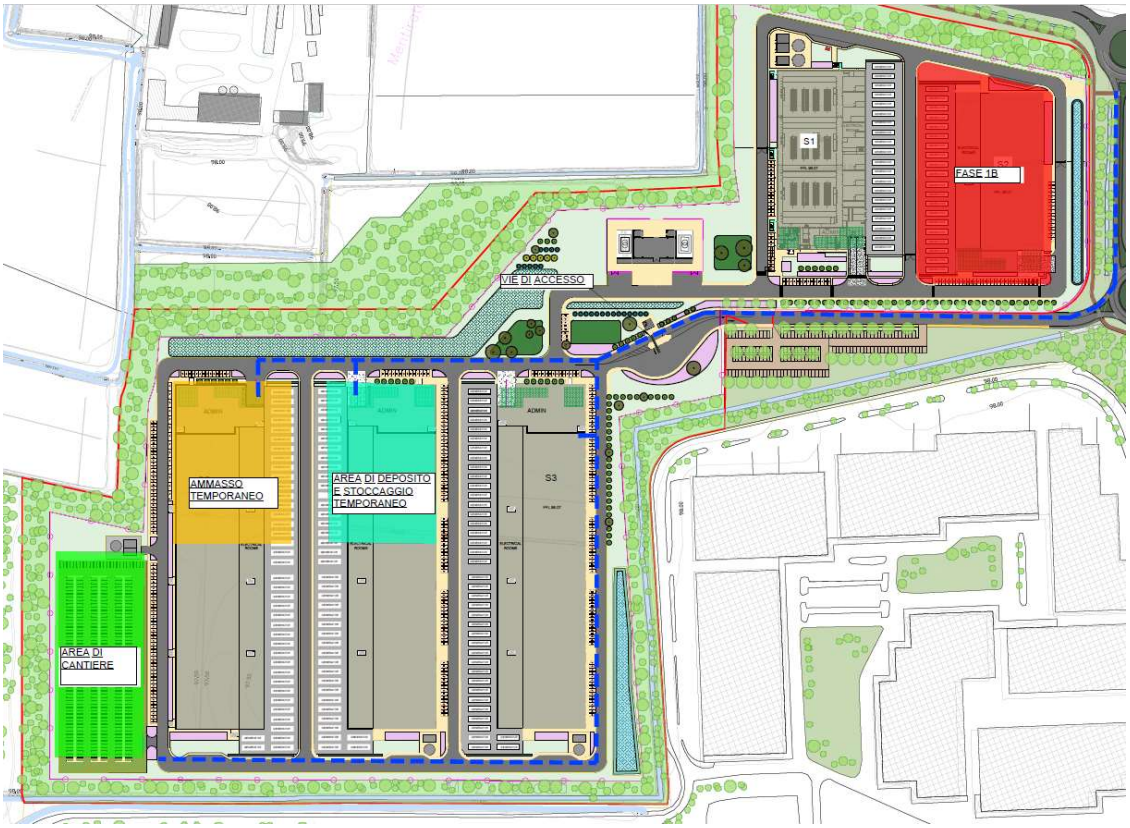

Figura 02.4 - Planimetria della configurazione del sito nella Fase 1b dopo il completamento della Fase 1.

Fase 2 (si veda anche la Figura 02.6):

La fase 2 prevede l'implementazione di:

- ✓ Costruzione e allestimento degli edifici S3, S4 e S5;
- ✓ Misure di mitigazione paesaggistica;

- ✓ Installazione di pannelli fotovoltaici sul futuro parcheggio;
- ✓ Costruzione di tutte le strade di accesso e dei parcheggi associati alla Fase 2;
- ✓ Completamento di tutti i sottoservizi, compreso il secondo bacino di attenuazione;
- ✓ Edifici accessori associati.

È stato redatto un calendario specifico che illustra gli elementi chiave del cronoprogramma di costruzione delineato nella figura 02.05 di seguito:

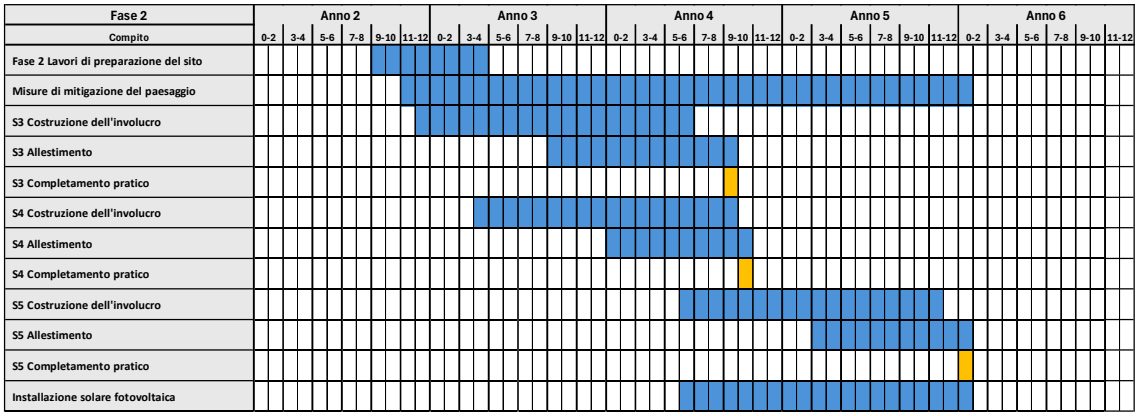

Figura 02.5: Cronologia dettagliata Fase 2

Figura 02.6. - Pianta della configurazione del cantiere nella Fase 2.

2.2 Descrizione dei criteri adottati per la localizzazione e il dimensionamento dei cantieri

I criteri adottati per il dimensionamento preliminare dei cantieri, oltre a specifici requisiti operativi e di tutela ambientale, tengono conto della necessità di:

- ✓ Garantire una capacità produttiva giornaliera definita dal programma di lavoro, che comprende l'identificazione delle attrezzature necessarie;
- ✓ Valutare i requisiti di spazio necessari per ospitare efficacemente le attrezzature, gli operai e lo stoccaggio dei materiali inerti e da costruzione, ottimizzando il layout del sito;
- ✓ Identificare aree idonee per i cantieri "fissi" che supportano il processo di costruzione, assicurando che siano adeguatamente dimensionate e sufficientemente distanti dai potenziali recettori interessati dalle emissioni. L'obiettivo è ridurre al minimo l'impatto delle aree di costruzione sull'ambiente circostante, confinandole, quando possibile, all'interno dei comparti di intervento;

- ✓ Posizionare le aree di cantiere in relazione ai singoli interventi, ottimizzando la movimentazione dei lavoratori e delle materie prime durante le fasi operative, soprattutto nella Fase 1b e nella Fase 2, quando il cantiere dovrà coesistere con il funzionamento dell'edificio completato;
- ✓ Facilitare l'accessibilità dalla rete stradale esistente;
- ✓ Evitare o limitare l'interferenza con la viabilità e le altre attività del sito.

Per affrontare efficacemente le questioni specifiche legate alla fase di esecuzione dei lavori sopra descritte, sono previsti quattro tipi distinti di aree di cantiere nelle due fasi che caratterizzano la costruzione:

- ✓ Area di cantiere logistico-operativa.

  Quest'area ospiterà sia funzioni logistiche per i lavoratori sia funzioni operative, come il coordinamento, la gestione del lavoro, il deposito delle attrezzature e la manutenzione. Comprenderà edifici per la logistica del cantiere, come spogliatoi, servizi igienici e mensa, e strutture necessarie per le attività produttive, tra cui gli uffici. Per queste caratteristiche, quest'area può essere considerata "fissa" per tutta la durata di ogni fase.
- ✓ Area per il deposito temporaneo di materiali da costruzione.

  Quest'area ha funzioni puramente operative, in quanto immagazzina materiali come elementi prefabbricati necessari per la costruzione. A seconda delle esigenze operative, quest'area può essere suddivisa in sezioni per la movimentazione dei materiali, utilizzando principalmente autogru. Di conseguenza, in quest'area non sono previste attrezzature fisse di cantiere.
- ✓ Area per l'accumulo temporaneo del terreno vegetale.

  In quest'area verranno stoccati temporaneamente materiali costituiti principalmente da terriccio. La natura di questi materiali richiede la creazione di cumuli contenuti con spazio sufficiente per un facile accesso da parte dei macchinari per facilitare la movimentazione e lo smaltimento fuori dal sito. Le emissioni di polvere saranno mitigate.
- ✓ Area del cantiere operativo.

  Quest'area coincide essenzialmente con il fronte di lavoro attivo, dove si svolgeranno le attività di costruzione vere e proprie. La configurazione di quest'area cambierà in base all'avanzamento dei lavori, rimanendo all'interno dei confini dei comparti.

L'ubicazione di tutte le aree di cantiere è rappresentata graficamente nelle **Figure 02.2, 02.4 e 02.6**, che indicano come la configurazione funzionale e l'estensione dei cantieri evolvano nel tempo con il progredire delle attività.

Si individuano due configurazioni distinte per la disposizione delle aree di cantiere, corrispondenti alle due fasi in cui si svolgeranno i lavori per le singole suddivisioni:

- ✓ **Fase 1a** - corrispondente alla costruzione degli edifici S1 e della sottostazione, compresi gli edifici accessori, la recinzione, il capanno di sicurezza, i sottoservizi, il bacino di attenuazione e l'ingresso. In questa configurazione saranno attive l'area logistico-operativa, l'area di stoccaggio temporaneo dei materiali da costruzione e l'area di accumulo temporaneo del terreno vegetale;
- ✓ **Fase 1b e 2** - corrispondenti alla costruzione degli edifici S2, S3, S4 e S5, compresi gli edifici accessori e il bacino di attenuazione. Queste fasi utilizzeranno lo stesso complesso e la stessa area per la costruzione.

Tabella 02.1: Sintesi delle fasi operative

Fase	Tipo	Posizione	Note
Fase 1a	Logistica - area operativa	Come indicato nel disegno Fase_1a adiacente all'edificio S5.	L'area logistica-operativa si trova adiacente all'edificio S5 e occuperà il futuro parcheggio. con accesso diretto dall'ingresso principale.
	Deposito temporaneo di materiali da costruzione.	Sull'impronta dell'edificio S2.	Questo sarà collocato sull'impronta S2 dopo che il terriccio sarà stato rimosso e il sito livellato. Può essere suddiviso in più parti, a seconda delle esigenze di stoccaggio dei materiali.
	Stoccaggio del terreno vegetale.	Sull'impronta dell'edificio S5.	È previsto un deposito temporaneo per il terreno vegetale rimosso in cumuli di altezza non superiore a 3 metri.
Fase 1b e 2	Logistica - area operativa	Come indicato nel disegno Fase_2 adiacente all'edificio S5.	L'area logistica-operativa si trova adiacente all'edificio S5 e occuperà il futuro parcheggio. con accesso diretto dall'ingresso principale.
	Deposito temporaneo di materiali da costruzione.	Sull'impronta dell'edificio S5	Questo sarà collocato sull'impronta della S5 dopo che il terreno vegetale sarà stato rimosso e il sito livellato. Può essere suddiviso in più parti, a seconda delle esigenze di stoccaggio dei materiali.
	Stoccaggio del terreno vegetale.	Sull'impronta dell'edificio S5.	È previsto un deposito temporaneo per il terreno vegetale rimosso in cumuli di altezza non superiore a 3 metri.

È importante sottolineare che i cantieri fissi sono situati all'interno dei confini delle singole aree di intervento, tutte di piena proprietà del soggetto proponente e situate interamente nel Comune di Lacchiarella. Questi cantieri non impattano su proprietà private o suolo pubblico di terzi. La disposizione e la sequenza dei cantieri cambieranno in base alle attività e alle fasi di costruzione. Al termine dei lavori, queste aree saranno riqualificate secondo la destinazione d'uso finale prevista dal progetto.

2.2.1 Area del sito a supporto del processo di implementazione

Dopo aver descritto i criteri per la definizione e l'identificazione dei diversi tipi di aree di cantiere, i paragrafi seguenti forniscono una descrizione dell'ubicazione e delle caratteristiche funzionali (attrezzature, impianti fissi, ecc.) dell'area di cantiere proposta.

Per valutare le caratteristiche funzionali e dimensionali dell'area di cantiere, dalla documentazione grafica di ogni fase si possono ricavare le seguenti informazioni:

- ✓ Ubicazione dell'area del sito e sua destinazione funzionale;
- ✓ Pianta del piano e schema dei percorsi dei mezzi operativi nell'area di intervento;
- ✓ Indicazione di massima delle caratteristiche delle strutture di stoccaggio, delle attrezzature, nonché delle caratteristiche e dei tipi di macchine operatrici che si prevede di utilizzare per l'esecuzione dei lavori previsti, del numero presunto di dipendenti e delle caratteristiche e tipologie degli edifici.

Il cantiere, come indicato nell'introduzione di questa sezione, è adattato ai requisiti operativi delle diverse fasi, considerando anche l'evoluzione della configurazione operativa del campus.

L'area di allestimento, compresa l'area logistico-operativa, per tutte le fasi sarà situata a nord-ovest del sito, accanto all'edificio S5, nello spazio destinato alla realizzazione del parcheggio ombreggiato con pannelli fotovoltaici. L'area, internamente, sarà organizzata in spazi funzionali adeguati alla costruzione dei singoli edifici e garantirà la corretta movimentazione dei materiali temporaneamente stoccati al suo interno. Comprenderà:

- ✓ il lato nord sarà delimitato dalla recinzione perimetrale;
- ✓ il lato sud sarà parallelo alla carreggiata dell'edificio S5 nell'ambito della Fase 2;
- ✓ l'ingresso principale del campus sarà utilizzato per l'accesso durante la Fase 1, con un ingresso secondario temporaneo consentito per la Fase 2 mentre gli edifici S1 e S2 sono in piena attività.
- ✓ un'area per lo stoccaggio dei materiali da costruzione necessari a coprire le opere previste;
- ✓ un'area operativa fissa

L'area totale avrà una superficie di 9629 m² e sarà opportunamente recintata dal resto del sito con un cancello di accesso custodito.

Il materiale destinato alle opere di mitigazione ambientale sarà portato e collocato direttamente. Non è previsto alcun deposito temporaneo per queste opere.

I cantieri fissi comprendono generalmente le seguenti strutture:

- ✓ Uffici;
- ✓ Spogliatoi per i lavoratori;
- ✓ Caffetteria e sala di ristoro/riposo;
- ✓ Servizi igienici;
- ✓ Contenitore per uso magazzino;
- ✓ Sala infermeria;
- ✓ Laboratorio e archivio;
- ✓ Workshop.

Il dimensionamento delle strutture del sito è stato progettato per ospitare una media di 300 dipendenti.

L'attrezzatura aggiuntiva all'interno dell'area del sito è:

- ✓ Vasca di lavaggio pneumatici per macchine edili;
- ✓ Serbatoi per il trattamento delle acque reflue;
- ✓ Sistema di raccolta delle acque meteoriche;
- ✓ Almeno due compressori;
- ✓ Una pesa;
- ✓ Due isole ecologiche;
- ✓ Quadro elettrico di trasformazione;
- ✓ Almeno due gruppi elettrogeni;
- ✓ Impianto di distribuzione di carburante per veicoli operativi;
- ✓ Impianto per il lavaggio delle attrezzature operative e delle betoniere;
- ✓ Serbatoi in cemento e/o lamiera per la separazione dei materiali;
- ✓ Impianto di irrigazione;
- ✓ Cisterne per l'acqua;
- ✓ Serbatoi per lo stoccaggio di oli esausti

2.2.2 Aree di intervento

L'area operativa corrisponde all'intera impronta del cantiere che definisce l'intervento e comprende quanto segue (cfr. **Figura 02.7**):

- ✓ Costruzione degli edifici S1, S2, S3, S4, S5 e di una sottostazione.
- ✓ Costruzione di tutte le strade di accesso, dell'ingresso, del capanno di sicurezza, della recinzione e del parcheggio associato.
- ✓ Costruzione di tutti gli elementi accessori associati.
- ✓ Realizzazione di opere paesaggistiche, di rimodellamento morfologico, di mitigazione ambientale e di compensazione.

Figura 02.7. - Schizzo in pianta dell'area operativa

L'estensione dell'area operativa è di 102.700,00 m², con l'accesso principale situato in prossimità dell'intersezione a cerchio esistente in corrispondenza della viabilità di accesso dalla SP105. L'area non impatta direttamente su aree con caratteristiche ambientali e paesaggistiche preesistenti. In particolare, il fontanile del Pilastrello, la vegetazione ripariale lungo le sponde e l'area boschiva esistente a sud-ovest della lottizzazione rimangono inalterati.

La circolazione prevista dei veicoli operativi è illustrata nelle figure (si veda la sezione 2.1.2), che comprendono:

- ✓ Uso misto di veicoli da cantiere e di veicoli operativi all'interno del sito attivo, con traffico a doppio senso di marcia sulla carreggiata che collega le circonvallazioni esistenti e proposte a sud.
- ✓ Utilizzo della viabilità interna prevista per la movimentazione delle attrezzature operative durante le fasi di avanzamento.

L'area sarà adeguatamente delimitata con recinzioni di cantiere in rete metallica, integrate da teli antipolvere, con un'altezza minima di 2,50 m. Ai fini della sicurezza del cantiere, sarà implementata l'illuminazione artificiale dell'area (delimitazione globale del cantiere, anche mediante torri faro) e delle aree interne. L'illuminazione di sicurezza sarà installata lungo le vie di fuga e le aree critiche della struttura (come l'interno degli edifici e il locale che ospita il quadro di distribuzione elettrica principale) per indicare chiaramente le uscite di emergenza in caso di guasto del sistema di illuminazione primario.

Si può ipotizzare che le principali attrezzature utilizzate per la realizzazione delle opere previste includano:

- ✓ Escavatori cingolati;
- ✓ Camion e autogru;
- ✓ Pale gommate per la movimentazione di materiale inerte e il suo caricamento su autocarri;
- ✓ Miscelatori di cemento;
- ✓ Pompe per calcestruzzo;
- ✓ Gru mobili e gru a torre;
- ✓ Carrelli elevatori e carrelli elettrici.

2.3 Materiali e risorse necessari per la realizzazione dei lavori

I materiali e le risorse necessarie per l'attuazione della costruzione prevista, in relazione alle diverse tipologie di opere da realizzare, possono essere schematicamente riassunti come segue:

- ✓ aggregati per terrapieni, riempimenti e terreno vegetale;
- ✓ calcestruzzi, prefabbricati in cemento armato ed elementi in acciaio per opere edili;
- ✓ aggregati per pavimentazioni stradali;
- ✓ calcestruzzi per la pavimentazione di edifici, cortili e aree di servizio.

La sezione seguente presenta una valutazione preliminare delle quantità necessarie per la realizzazione delle opere. Questa valutazione sarà ulteriormente elaborata nelle successive fasi di progettazione per garantire la sostenibilità ambientale del processo di realizzazione del sito.

2.3.1 Aggregati per rilevati, riempimenti e terreno vegetale

2.3.1.1 Materiali per il riempimento

In genere, questi materiali saranno costituiti da ghiaia naturale, ghiaie, sabbie poco classificate (con una frazione fine significativa) o materiale frantumato da demolizione certificato. La distribuzione granulometrica e le caratteristiche chimiche e fisiche saranno definite nelle fasi successive di progettazione. Questi materiali proverranno da cave locali nelle vicinanze del sito proposto.

L'analisi preliminare ha individuato le seguenti esigenze materiali:

- ✓ Fase 1: 54.106 m³ di materiale di riempimento totale richiesto.

- ✓ Fase 2: 92.975 m³ di materiale di riempimento totale richiesto.

2.3.1.2 Terreno vegetale

Nell'ambito delle opere di compensazione e mitigazione ambientale, è necessario importare 55.438 m³ di terriccio di buona qualità per le opere di rimodellamento morfologico, la realizzazione della copertura superiore delle aree verdi e la piantumazione degli esemplari arborei/arbustivi.

2.3.2 Calcestruzzo, elementi prefabbricati in cemento armato ed elementi in acciaio

La costruzione prevista per il campus prevede principalmente elementi prefabbricati in calcestruzzo e acciaio. Per quanto riguarda questi elementi prefabbricati e il calcestruzzo necessario per i massetti, i plinti, le fondazioni e i piazzali, sono state calcolate le seguenti quantità in opera per le diverse fasi:

Tabella 02.2 - Quantità previste di elementi per la costruzione delle opere di progetto

Fase	Elementi strutturali in calcestruzzo prefabbricato (m³)	Elementi strutturali in acciaio (t)	Elementi strutturali in calcestruzzo gettato in opera (m³)
1a	7154	1576	11605
1b	7138	1557	11059
2	43834	8971	67267
Totale:	58125	12104	89930

Questi elementi saranno acquistati all'esterno da impianti di prefabbricazione individuati nelle successive fasi di progettazione. I componenti strutturali in acciaio possono essere acquistati in segmenti di base e assemblati in loco prima dell'installazione finale, mentre il calcestruzzo per i sottofondi delle pavimentazioni può essere prodotto direttamente in loco.

2.3.3 Aggregati per pavimentazioni stradali

Data la natura delle opere infrastrutturali da realizzare, i materiali necessari per il cantiere consistono principalmente in aggregati fini per la pavimentazione stradale. Si tratta dei materiali necessari per la formazione di una fondazione stradale mista stabilizzata e di quelli necessari per gli strati di pavimentazione in asfalto. Questi materiali sono essenziali per garantire una struttura stradale durevole e stabile durante tutte le fasi del progetto.

La sottoformazione della strada è tipicamente costituita da miscele di terreno stabilizzato. La frazione grossolana di queste miscele (trattenuta al vaglio 2 UNI) può includere ghiaia, pietrisco, detriti di cava, scorie o altri materiali ritenuti idonei. L'accumulo può anche essere composto da materiale di riempimento appropriato utilizzando attrezzature adeguate. Il materiale deve soddisfare le seguenti caratteristiche:

- ✓ l'aggregato non deve essere più grande di 71 mm, né avere una forma appiattita, allungata o lenticolare;
- ✓ la granulometria deve essere all'interno del fuso e avere un andamento continuo e uniforme, concorde con quello di alcune curve limite.

Nel calcolo del fabbisogno di materiale trasportato rispetto al volume di materiale stabilizzato è stato mantenuto un rapporto volumetrico di 1,2:1, per tenere conto della perdita di materiale durante la lavorazione (lavaggio finale, perdita dovuta alla frantumazione, ecc.); pertanto, ci saranno 1,2 m³ di volume al banco e 1 m³ di materiale stabilizzato.

Gli aggregati per la realizzazione di conglomerati bituminosi, costituiti principalmente da ghiaie di buona qualità, devono possedere elevate caratteristiche di resistenza meccanica e all'usura, oltre a fusi di granulometria adeguata.

2.4 Correlazione del processo di costruzione preliminare con i materiali di scarto delle lavorazioni

I materiali di scarto derivanti dalla realizzazione delle opere previste per il sito possono essere classificati come segue:

- ✓ Materiali di scavo;
- ✓ Rifiuti;
- ✓ Rifiuti urbani (RU) e assimilabili;
- ✓ Materiali provenienti dallo smaltimento delle aree di cantiere.

Nelle sezioni seguenti viene fornita una valutazione preliminare di questo aspetto, che tuttavia dovrà essere rivista in dettaglio durante le successive fasi di progettazione.

2.4.1 Materiali di scavo

La Tabella 02.3 contiene un riepilogo dei requisiti di movimento terra all'interno dell'area di costruzione per ogni fase.

Tabella 02.3: Quantità di materiale scavato

	Scavo		Riempimento
Fase	**Terreno vegetale (m³)**	**Taglio supplementare (m³)**	**Materiale di riempimento (m³)**
1	27952	541	54106
2	47691	1770	92975
Totale	**75643**	**2311**	**147081**

Un totale di 75.643 m³ di terriccio sarà rimosso e smaltito al di fuori del sito e sono necessari altri 2311 m³ di taglio all'interno e intorno ai bacini di attenuazione. 147.081 m³ di materiale di riempimento importato proverranno da cave vicine.

I terreni di scarto provenienti dagli scavi di cantiere devono essere trattati secondo le disposizioni del DPR 13 giugno 2017, n. 120 "Regolamento recante norme semplificate per la gestione delle terre e rocce da scavo".

Le "terre e rocce da scavo" sono definite all'articolo 2 comma 1 (c) del DPR 13 giugno 2017 e riguardano le terre da scavo derivanti da attività finalizzate alla realizzazione di un'opera quali:

- ✓ Scavi in generale (sbancamenti, fondazioni, trincee);
- ✓ Trivellazione, perforazione, palificazione, consolidamento;
- ✓ Opere infrastrutturali (gallerie, strade);
- ✓ Rimozione e livellamento dei movimenti di terra.

2.4.2 Acque reflue

Nell'ambito del processo di costruzione, le valutazioni relative al trattamento delle acque meteoriche di dilavamento devono essere dettagliate nelle successive fasi di progettazione.

Nel Decreto Legislativo n. 152/2006, il problema del deflusso delle acque meteoriche e del trattamento delle acque di prima pioggia viene affrontato all'articolo 113, demandando agli enti territoriali competenti la regolamentazione dei casi in cui deve essere effettuato il trattamento prima dello scarico nello scarico finale.

La gestione del cantiere, in particolare per l'area logistico-operativa, prevede il controllo delle acque reflue per ridurre il più possibile l'impronta ecologica sull'ambiente. Pertanto, le acque reflue provenienti dagli scarichi domestici e dalle acque di dilavamento nella prima frazione di pioggia provenienti da superfici suscettibili di inquinamento saranno raccolte e depurate. Le acque reflue trattate in cantiere saranno destinate allo scarico appropriato, con rilasci sempre conformi ai limiti stabiliti dalla normativa e dovranno essere garantiti dalle aziende fornitrici degli impianti di trattamento. Tutti gli scarichi dovranno essere autorizzati dalle amministrazioni competenti per gli aspetti qualitativi e dai consorzi e dagli enti gestori della rete idrografica per le portate scaricate.

L'acqua utilizzata nei cantieri darà origine ad acque reflue e di dilavamento le cui caratteristiche saranno diverse e dipenderanno dal processo per cui vengono utilizzate.

Acque reflue domestiche: le acque provenienti dagli insediamenti e dal metabolismo umano: servizi igienici, lavandini, docce, mense, ecc. presentano carichi inquinanti con importanti frazioni di solidi e liquidi organici per i quali verrà effettuato un trattamento completo con ossidazione e depurazione totale. La raccolta sarà effettuata con un sistema di fognatura delle acque nere in cui saranno convogliati tutti gli scarichi; gli effluenti delle cucine saranno pretrattati con uno sgrassatore.

Acque di lavaggio e acque meteoriche di dilavamento: si tratta di acque di lavaggio dei veicoli operativi e di acque di dilavamento meteorico di piazzali e tetti; entrambe possono trasportare particelle grossolane e polverose in sospensione con oli e idrocarburi e pertanto devono essere raccolte e trattate. Le aree del cantiere saranno impermeabilizzate per tutte le aree di stoccaggio, cioè, destinate al lavaggio delle attrezzature operative. Le acque di dilavamento saranno raccolte dalla rete fognaria e inviate all'impianto di sedimentazione/dissodamento. Il tipo di impianto sarà dimensionato in base alle portate previste definite nelle successive fasi di progettazione, in cui sarà anche dettagliato il tipo più efficiente.

Tutte le acque reflue del cantiere, le acque reflue domestiche, gli effluenti industriali e le acque di dilavamento, saranno raccolte e convogliate nella fognatura del cantiere, separata per acque nere e grigie, realizzata con collettori a tenuta idraulica. Le acque meteoriche di dilavamento provenienti da superfici permeabili non suscettibili di inquinamento saranno convogliate nel reticolo delle acque superficiali.

La fognatura nera che raccoglie le acque reflue di origine domestica, in generale, sarà realizzata con tubazioni in plastica PVC SN8 conformi alle normative vigenti, composte da barre lineari collegate mediante giunti a bicchiere, con anello elastomerico per la tenuta idraulica, posate e rinterrate con sabbia secondo le specifiche tecniche dell'Istituto Italiano Plastici (IIP). La rete sarà costituita da fognature di collegamento tra lo scarico e il collettore principale che raccoglierà i vari apporti e li trasferirà all'impianto di depurazione del sito.

La fognatura delle acque grigie raccoglierà le acque reflue di origine industriale e quelle di dilavamento, le prime provenienti dagli impianti di lavaggio dei veicoli operativi e le seconde raccolte attraverso i

canali di scolo. Anche in questo caso, la fognatura potrà essere realizzata con tubi in PVC SN8, collegati da giunti a bicchiere con anello elastomerico per la tenuta idraulica, posati e riempiti di sabbia. La rete convoglierà i contributi all'impianto di sedimentazione/disoleazione. Gli scarichi saranno realizzati con pozzetti prefabbricati in CAV dotati di griglia in ghisa. I depuratori installati in loco dovranno essere forniti con garanzia del fornitore sul rispetto dei limiti di qualità imposti dal D.Lgs. 152/2006; dovranno essere autorizzati dagli enti competenti e saranno dotati di pozzetto di controllo per le ispezioni da parte degli organi di controllo; sono previsti i seguenti impianti:

- ✓ Impianti di sedimentazione/disoleazione;
- ✓ Impianti di trattamento delle acque reflue domestiche;
- ✓ Serbatoi per la raccolta di idrocarburi e oli.

2.4.3 Rifiuti urbani

In generale, è definita come attività di:

- ✓ Rifugio per i lavoratori (spogliatoi);
- ✓ Direzione logistica (uffici);
- ✓ Ristoro dei lavoratori (mensa);
- ✓ Stoccaggio di mezzi e materiali;
- ✓ Mezzi operativi di lavaggio;
- ✓ Stoccaggio dell'olio esausto e rifornimento dei veicoli operativi.

I rifiuti urbani saranno conferiti in siti di stoccaggio approvati per lo smaltimento di questo tipo di rifiuti. Nelle aree di cantiere sarà presente un'isola ecologica per la raccolta differenziata dei rifiuti, al fine di ridurre la quantità di rifiuti destinati allo smaltimento in discarica.

I rifiuti prodotti in cantiere durante i lavori dovranno essere raccolti in depositi temporanei secondo le modalità previste dal D.Lgs. 152/2006 (Testo Unico Ambientale) - Parte Quarta - "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati", dal D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale" e sue modifiche ed integrazioni.

L'articolo 183, paragrafo 1, lettera m), definisce il "deposito temporaneo" come il raggruppamento di rifiuti effettuato, prima della raccolta, nel luogo in cui i rifiuti sono prodotti, alle seguenti condizioni:" [ ]

1) I rifiuti depositati non devono contenere policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani, policlorodibenzofenoli in quantità superiori a 2,5 parti per milione (ppm), né policlorobifenili e policlorotrifenili in quantità superiori a 25 parti per milione (ppm);

2) i rifiuti devono essere raccolti e avviati alle operazioni di recupero o smaltimento in una delle seguenti modalità alternative, a scelta del produttore, con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalla quantità in deposito; quando la quantità di rifiuti in deposito raggiunge un totale di 10 metri cubi nel caso di rifiuti pericolosi o 20 metri cubi nel caso di rifiuti non pericolosi. In ogni caso, quando la quantità di rifiuti pericolosi non supera i 10 metri cubi all'anno e la quantità di rifiuti non pericolosi non supera i 20 metri cubi all'anno, il deposito temporaneo non può superare un anno;

3) il deposito temporaneo deve essere effettuato per categorie omogenee di rifiuti e in conformità alle norme tecniche pertinenti, e per i rifiuti pericolosi, in conformità alle norme che regolano lo stoccaggio delle sostanze pericolose in essi contenute;

4) è necessario rispettare le norme che regolano l'imballaggio e l'etichettatura delle sostanze pericolose;

5) per alcune categorie di rifiuti individuate con decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, di concerto con il Ministero dello sviluppo economico, sono stabilite le modalità di gestione del deposito temporaneo."

Il corretto smaltimento dei rifiuti prodotti durante i lavori avverrà secondo le seguenti modalità previste dall'art. 182 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.:

" [....] - lo smaltimento dei rifiuti è effettuato in condizioni di sicurezza e costituisce la fase residuale della gestione dei rifiuti, previa verifica da parte dell'autorità competente dell'impossibilità tecnica ed economica di effettuare le operazioni di recupero di cui all'articolo 181. A tal fine, la suddetta verifica riguarda la disponibilità di tecniche sviluppate su scala tale da consentirne l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide all'interno dell'industria di riferimento, tenendo conto dei costi e dei benefici, indipendentemente dal fatto che siano o meno applicate o prodotte a livello nazionale, purché siano accessibili a condizioni ragionevoli;

- i rifiuti destinati allo smaltimento finale devono essere ridotti il più possibile sia in termini di massa che di volume, potenziando le attività di prevenzione e di riutilizzo, riciclaggio e recupero;

- lo smaltimento dei rifiuti deve essere attuato con l'utilizzo di una rete integrata e appropriata di impianti di smaltimento, attraverso le migliori tecniche disponibili e tenendo conto del rapporto tra i costi e i benefici complessivi, al fine di a) raggiungere l'autosufficienza nello smaltimento dei rifiuti urbani non pericolosi in aree territoriali ottimali; b) consentire lo smaltimento dei rifiuti in uno degli impianti appropriati più vicini ai luoghi di produzione o di raccolta, al fine di ridurre gli spostamenti dei rifiuti, tenendo conto del contesto geografico o della necessità di impianti specializzati per determinati tipi di rifiuti; (c) utilizzare i metodi e le tecnologie più appropriati per garantire un elevato grado di protezione dell'ambiente e della salute pubblica;

- nel rispetto delle prescrizioni contenute nel Decreto Legislativo 11 maggio 2005, n. 133 [....]; è vietato smaltire i rifiuti urbani non pericolosi in regioni diverse da quelle in cui gli stessi sono prodotti, fatti salvi eventuali accordi regionali o internazionali, qualora gli aspetti territoriali e l'opportunità tecnico-economica di raggiungere livelli ottimali di utenza servita lo richiedano. Sono escluse dal divieto le frazioni di rifiuti urbani oggetto di raccolta differenziata destinate al recupero per le quali è sempre consentita la libera circolazione sul territorio nazionale al fine di favorirne il più possibile il recupero privilegiando il concetto di prossimità agli impianti di recupero [...];

- le attività di discarica di rifiuti sono regolamentate in conformità alle disposizioni del Decreto Legislativo n. 36 dell'11 gennaio 2003, in attuazione della Direttiva 99/31/CE [....]".

I rifiuti pericolosi e non pericolosi prodotti dalle attività di costruzione saranno raccolti e stoccati in depositi temporanei separati in base alla diversa classificazione dei rifiuti, come definito all'articolo 184 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., fino allo smaltimento finale in conformità a quanto sopra.

L'elenco dei possibili rifiuti generati dal cantiere è riportato nella Tabella 02.4 e nella Tabella 02.5 di seguito.

Tabella 02.4. - Elenco dei rifiuti non pericolosi potenzialmente generati nel cantiere.

Descrizione	CER
Pitture e vernici a base di acqua di scarto	08 01 03
Pitture e vernici indurite	08 01 05
Adesivi e sigillanti a base di acque reflue	08 04 03
Adesivi e sigillanti induriti	08 04 04
Carta e cartone	15 01 01
Imballaggio in plastica	15 01 02
Imballaggio in legno	15 01 03
Imballaggio in metallo	15 01 04
Imballaggio composito	15 01 05
Imballaggio in più materiali	15 01 06
Assorbenti, materiali filtranti, stracci, indumenti protettivi	15 02 01
Il cemento	17 01 01
Mattoni	17 01 02
Piastrelle e ceramica	17 01 03
Materiali da costruzione a base di gesso	17 01 04
Materiali da costruzione a base di amianto	17 01 05
Legno	17 02 01
Vetro	17 02 02
Plastica	17 02 03
Asfalto contenente catrame	17 03 01
Asfalto (non contenente catrame)	17 03 02
Catrame e prodotti di catrame	17 03 03
Rame, bronzo, ottone	17 04 01
Alluminio	17 04 02
Piombo	17 04 03
Zinco	17 04 04
Ferro e acciaio	17 04 05
Stagno	17 04 06
Metalli misti	17 04 07
Cavi	17 04 08
Terre e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03	17 05 04
Altri materiali isolanti	17 06 02
Rifiuti misti di costruzione e demolizione	17 09 04
Soluzioni acquose di scarto, diverse da quelle di cui alla voce 16 10 01	16 10 02
Rifiuti urbani misti	20 03 01

Tabella 02.5 - Elenco dei rifiuti pericolosi potenzialmente generati nel cantiere.

Descrizione	CER
Rifiuti di pitture e vernici contenenti solventi organici alogenati	08 01 01*
Rifiuti di pitture e vernici con solventi organici alogenati	08 01 02*
Rifiuti di adesivi e sigillanti contenenti solventi alogenati	08 04 01*
Rifiuti di adesivi e sigillanti non contenenti solventi alogenati	08 04 02*

Oli esausti per motori, trasmissioni e ingranaggi contenenti composti organici clorurati.	13 02 01*
Oli esausti da motori, trasmissioni e ingranaggi non contenenti composti organici clorurati	13 02 02*
Altri oli per motori, trasmissioni e ingranaggi	13 02 03*
Soluzioni acquose di scarto, contenenti sostanze pericolose	16 10 01
Oli per freni	13 01 08*

Per ogni singolo rifiuto, pericoloso o non pericoloso, le aree di stoccaggio all'interno del cantiere saranno definite anche in base alla loro origine. Le aree utilizzate per lo stoccaggio temporaneo dei rifiuti saranno identificate per mezzo di un'apposita segnaletica:

- ✓ il nome del rifiuto;
- ✓ Il codice CER dei rifiuti.

Le quantità di rifiuti saranno stimate settimanalmente in modo da non superare mai il volume di 20 m³ di deposito temporaneo per i rifiuti non pericolosi e di 10 m³ di deposito temporaneo per i rifiuti pericolosi.

La movimentazione interna dei rifiuti avverrà attraverso l'utilizzo di macchine operatrici o movimenti manuali, in ogni caso saranno rispettate tutte le forme di sicurezza al fine di evitare incidenti e/o sversamenti. Durante l'esecuzione dei lavori sarà individuato un Responsabile dei Rifiuti che avrà il compito di supervisionare la gestione del deposito temporaneo dei rifiuti, organizzare la raccolta e il conferimento periodico dei rifiuti ai gestori autorizzati, supervisionare le modalità di carico dei rifiuti da parte dei trasportatori autorizzati e l'idoneità dei mezzi utilizzati, compilare i registri di carico e scarico e compilare il formulario di trasporto dei rifiuti.

Infine, è opportuno sottolineare che prima dell'inizio dei lavori verranno presi accordi con gli enti competenti e/o con le strutture esistenti individuate nell'area in esame, al fine di ottenere le autorizzazioni necessarie per lo smaltimento delle diverse tipologie di rifiuti prodotti durante i lavori del progetto.

2.4.4 Materiali provenienti dallo smantellamento di siti di costruzione

Le attrezzature da cantiere saranno costituite principalmente da strutture e/o edifici facilmente smontabili e mobili. A questo proposito, si segnala che gli edifici saranno realizzati con monoblocchi prefabbricati di piccole e medie dimensioni. Di norma, queste attrezzature non saranno smantellate ma riutilizzate in altri impianti di produzione; in caso di smantellamento completo, sarà previsto il trattamento come materiali di scarto in impianti di smaltimento idonei, previa separazione dei materiali componenti (materiali ferrosi, materiali plastici, ecc.).

Va sottolineato che tali prefabbricati avranno caratteristiche di conformità alle normative sull'igiene del lavoro (tra cui il D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.), per cui nella loro costruzione non saranno utilizzati materiali tossici e/o nocivi.
Per tutti i materiali di scarto il cui riutilizzo non sarà possibile, sarà previsto lo smaltimento in impianti di smaltimento di Rifiuti Speciali. A questo proposito, va notato che non è possibile identificare in questa sede le quantità di Rifiuti Speciali che residuano dallo smantellamento di qualsiasi impianto mobile, poiché queste dipendono intrinsecamente dalle tipologie e dalle modalità di installazione degli impianti in questione, che al momento non possono essere definite.

Per quanto riguarda le aree di cantiere, va notato che saranno costruite sui siti delle opere previste; per questo motivo, una volta dismesso il cantiere, l'impronta originaria sarà ripristinata in conformità con le disposizioni del progetto di queste aree di trasformazione.

2.5 Piano di trasporto del sito e tipi e frequenze dei veicoli operativi.

Questa sezione fornisce valutazioni preliminari sulle quantità e sui metodi di spostamento dei mezzi operativi al di fuori delle aree operative designate. Queste valutazioni includono stime del volume necessario di materiali, attrezzature e veicoli, nonché della logistica necessaria per il loro trasporto da e verso il sito. Ulteriori dettagli saranno perfezionati nelle fasi successive del progetto.

Lo studio dei percorsi dei veicoli per il carico, lo scarico e la movimentazione delle merci durante le fasi di costruzione è essenziale. Ciò include la definizione dei tempi, della frequenza e del movimento dei veicoli operativi. Questa pianificazione è fondamentale non solo per un'efficiente organizzazione logistica dei lavori, ma anche per ridurre al minimo i potenziali impatti sulle componenti ambientali, come la qualità dell'aria, i livelli di rumore e la congestione del traffico. Una corretta gestione e programmazione dei percorsi aiuterà a ridurre le interruzioni, a migliorare la sicurezza e a garantire la sostenibilità ambientale durante il processo di costruzione.

La pianificazione dei trasporti che interessa le aree esterne al cantiere, nelle successive fasi di progettazione, sarà elaborata sulla base di:

- ✓ Valutazione del fabbisogno di materiali generato da ciascuna fase operativa;
- ✓ Caratteristiche del sistema stradale locale;
- ✓ Posizione degli hub di approvvigionamento/conferimento rispetto al sito;
- ✓ Localizzazione delle emergenze storiche e patrimoniali e delle sensibilità ambientali.

Sono state condotte valutazioni preliminari sulle frequenze dei veicoli da cantiere coinvolti nell'approvvigionamento e nel trasferimento dei materiali relativi ai lavori. Questa analisi, dettagliata nei paragrafi seguenti, ha lo scopo di identificare i percorsi più adatti nelle successive fasi di progettazione per minimizzare i potenziali conflitti tra le attività di costruzione e la rete stradale esistente.

2.5.1 Frequenze dei mezzi operativi durante la fase di esecuzione dei lavori

I mezzi utilizzati all'interno delle aree di cantiere, nelle varie fasi di sviluppo, possono essere classificati in 4 diverse tipologie:

- ✓ Macchine da scavo. Questa categoria comprende gli escavatori e tutte le attrezzature utilizzate per il movimento terra. In genere vengono spostati al di fuori dell'area di cantiere su autocarri con piattaforme opportunamente predisposte;
- ✓ Veicoli o mezzi da cantiere per il trasporto di materiali. Si tratta in genere di veicoli pesanti con cassone ribaltabile, ad assi multipli, che possono essere utilizzati sia per il trasporto all'interno dell'area di cantiere che lungo la normale rete stradale (autocarri per il trasporto di materiale dagli scavi). Questa categoria comprende anche autobetoniere per il trasporto di calcestruzzo fluido e autoarticolati per il trasporto di elementi prefabbricati;
- ✓ Veicoli per il trasporto di persone, come autovetture e minibus utilizzati per il trasporto del personale di cantiere;
- ✓ Mezzi speciali per le costruzioni di fondazioni profonde, cioè per il sollevamento dei materiali (paranchi, transpallet, manitou e autogru).

Da una semplice analisi di questa classificazione emerge che i veicoli che gravano maggiormente sulla rete stradale - e, di conseguenza, sull'ambiente esterno alle zone di lavoro - sono quelli della seconda categoria (veicoli o attrezzature da costruzione utilizzati per il trasporto di materiali).

I veicoli pesanti considerati possono essere classificati come segue:

- ✓ Autobetoniere con capacità massima di 8 m³, per il trasporto di calcestruzzo;
- ✓ Autocarri o macchine edili con una capacità massima di 10m³, per il trasporto di aggregati;
- ✓ Autotreni con capacità massima di 20 t, per il trasporto di elementi prefabbricati.

Sulla base di queste considerazioni, è stato analizzato il flusso dei vari tipi di materiali durante le diverse fasi che caratterizzano le sequenze operative. In questa sezione sono riportati i conteggi analitici dei volumi di traffico, dai quali si possono desumere le incidenze giornaliere e orarie generate da ogni tipo di materiale trasportato.

I volumi di traffico definiti e distinti in base alle diverse fasi di esecuzione sono stati quantificati in base alla stima del fabbisogno necessario per la realizzazione delle opere previste dal progetto. Per ogni fase è stato calcolato il volume di traffico veicolare generato dalla movimentazione dei rifiuti e dei materiali da costruzione.
Per quanto riguarda i volumi di traffico, va notato quanto segue:

- ✓ Per ogni fase sono stati calcolati i volumi di traffico che generano traffico esterno alle aree del sito:
  <u>Fase 1a</u>
  - Costruzione dell'edificio S1, della sottostazione e di tutti i servizi sotterranei per la fase 1;
  - Realizzazione di opere di mitigazione paesaggistica e ambientale, tra cui la zona tampone verde e il bacino di attenuazione;
  - Costruzione di strade interne, parcheggi e percorsi ciclopedonali attrezzati;
  - Costruzione di una recinzione di sicurezza, di un ingresso e di una capanna di sicurezza.

  <u>Fase 1b</u>
  - Costruzione dell'edificio S2 e delle aree associate;
  - Realizzazione di interventi paesaggistici.

  <u>Fase 2</u>
  - Costruzione degli edifici S3, S4, S5 e delle aree associate;
  - Realizzazione di opere di mitigazione paesaggistica e ambientale;
  - Costruzione di strade interne, parcheggi e bacino di attenuazione;
  - Costruzione di un parcheggio ombreggiato.

- ✓ Per ogni fase, nel calcolo dei transiti è stata considerata la contemporaneità di alcune lavorazioni, secondo la seguente sequenza:
  - Forniture per scavi e sottofondi;
  - Fornitura di elementi strutturali e calcestruzzi;
  - Lavori di finitura (in particolare, fornitura di calcestruzzo per la pavimentazione);
- ✓ la frequenza dei viaggi dei veicoli operativi è stata determinata attraverso il numero medio di transiti, dividendo ogni fase per il suo programma di attuazione. Da questo valore sono stati valutati i transiti medi giornalieri e orari (considerando un turno di lavoro di 10 ore);
- ✓ il calcolo dei mezzi è stato valutato anche in relazione al tipo di materiale coinvolto nel trasporto stesso. In particolare, i volumi dei materiali inerti movimentati sono stati moltiplicati per un

opportuno coefficiente che tiene conto degli aumenti di volume che il materiale subisce, dopo lo scavo, rispetto al suo stato originario "in-bed".

Le tabelle 02.6, 02.7, 02.8 e 02.9 mostrano i calcoli analitici dei flussi veicolari relativi ai veicoli da cantiere nelle diverse fasi individuate.

Tabella 02.6: Valutazione del transito dei veicoli pesanti - Fase 1a

VALUTAZIONE DEL TRANSITO DEI VEICOLI PESANTI - FASE 1a					
Durata totale dei lavori: 535 giorni					
A - OPERE DI COSTRUZIONE					
A1 - Lavori di scavo					
Descrizione dell'attività	**Quantità (m^3)**	**Fattore aumento volume**	**Materiale totale (m^3)**	**Capacità di trasporto (m^3 /viaggio)**	**Origine/destinazione dei materiali**
Sito complessivo (all'interno della recinzione di sicurezza)	28493	1.2	34192	10	*Tutto il materiale tagliato deve essere trasportato fuori dal cantiere e smaltito come rifiuto.*
Zona cuscinetto verde	15434	1.2	18521	10	
Quantità totale (m^3) da trasportare fuori sito	**Numero di viaggi necessari (numero di veicoli)**	**Numero massimo di transiti giornalieri**	**Numero minimo di giorni necessari**	**Traffico medio orario (n. di veicoli)**	*Si ipotizza una giornata lavorativa di 8 ore con un tempo di riempimento di 15 minuti per camion; 60 minuti di viaggio da e per il sito di smaltimento.*
52713	5272	60	88	8	
A2 - Materiale di riempimento					
Descrizione dell'attività	**Quantità (m^3)**	**Fattore aumento volume**	**Materiale totale (m^3)**	**Capacità di trasporto (m^3 /viaggio)**	**Origine/destinazione dei materiali**
Edifici e dintorni (accumulo)	42598	1	42598	10	*Da acquistare presso siti di produzione esterni all'area circostante.*
Terreno vegetale della zona cuscinetto verde	38584	1	38584	10	
Terreno di riporto per le aree verdi all'interno del perimetro del sito	9771	1	9771	10	
Quantità totale (m^3) da trasportare in loco	**Numero di viaggi necessari (numero di veicoli)**	**Numero massimo di transiti giornalieri**	**Numero minimo di giorni necessari**	**Traffico medio orario (n. di veicoli)**	*Si ipotizza una giornata di lavoro di 8 ore con un tempo di riempimento di 15 minuti per camion; 60*
42598	4260	80	54	10	

48355	4836	80	61	10	*minuti di viaggio da e per il sito.*
A3 - Approvvigionamento di elementi in calcestruzzo e acciaio per PC					
Descrizione dell'attività	**Quantità**	**Fattore aumento volume**	**Materiale totale**	**Capacità di carico (quantità/viaggio)**	**Origine/destinazione dei materiali**
Elementi prefabbricati in calcestruzzo (m)^3	7154	1	7154	12	*Dagli impianti di produzione al sito di progetto.*
Elementi in acciaio (t)	1576	1	1576	20	
Quantità totale da trasportare in loco	**Numero di viaggi necessari (numero di veicoli)**	**Numero massimo di transiti giornalieri**	**Numero minimo di giorni necessari**	**Traffico medio orario (n. di veicoli)**	
7154	597	8	75	0.8	
1576	79	8	10	0.8	
A4 - Approvvigionamento di calcestruzzo gettato in opera					
Descrizione dell'attività	**Quantità (m^3)**	**Fattore aumento volume**	**Materiale totale (m^3)**	**Capacità di carico (m^3 /viaggio)**	**Origine/destinazione dei materiali**
Edifici, cortili, basamenti.	11605	1	11605	8	*Dagli impianti di produzione al sito di progetto.*
Quantità totale da trasportare in loco	**Numero di viaggi necessari (numero di veicoli)**	**Numero massimo di transiti giornalieri**	**Numero minimo di giorni necessari**	**Traffico medio orario (n. di veicoli)**	
11605	1451	15	97	1.5	

Tabella 02.7: Valutazione del transito dei veicoli pesanti - Fase 1b

VALUTAZIONE DEL TRANSITO DEI VEICOLI PESANTI - FASE 1b					
Durata totale dei lavori: 429 giorni					
A - OPERE DI COSTRUZIONE					
A1 - Lavori di scavo					
Tutti i lavori di scavo per la Fase 1 saranno completati nell'ambito della Fase 1a.					
A2 - Materiale di riempimento					
Descrizione dell'attività	**Quantità (m^3)**	**Fattore aumento volume**	**Materiale totale (m^3)**	**Capacità di trasporto (m^3 /viaggio)**	**Origine/destinazione dei materiali**
Edifici e dintorni (accumulo)	11508	1	11508	10	*Da acquistare presso siti di produzione*

Terreno di riporto per le aree verdi all'interno del perimetro del sito	528	1	528	10	*esterni all'area circostante.*
Quantità totale (m^3) da trasportare in loco	**Numero di viaggi necessari (numero di veicoli)**	**Numero massimo di transiti giornalieri**	**Numero minimo di giorni necessari**	**Traffico medio orario (n. di veicoli)**	*Si ipotizza una giornata di lavoro di 8 ore con un tempo di riempimento di 15 minuti per camion; 60 minuti di viaggio da e per il sito.*
12036	1204	60	21	8	
A3 - Approvvigionamento di elementi in calcestruzzo e acciaio per PC					
Descrizione dell'attività	**Quantità**	**Fattore aumento volume**	**Materiale totale**	**Capacità di carico (quantità/viaggio)**	**Origine/destinazione dei materiali**
Elementi prefabbricati in calcestruzzo (m)^3	7138	1	7138	12	*Dagli impianti di produzione al sito di progetto.*
Elementi in acciaio (t)	1557	1	1557	20	
Quantità totale da trasportare in loco	**Numero di viaggi necessari (numero di veicoli)**	**Numero massimo di transiti giornalieri**	**Numero minimo di giorni necessari**	**Traffico medio orario (n. di veicoli)**	
7138	595	8	75	0.8	
1557	78	8	10	0.8	
A4 - Approvvigionamento di calcestruzzo gettato in opera					
Descrizione dell'attività	**Quantità (m^3)**	**Fattore aumento volume**	**Materiale totale (m^3)**	**Capacità di carico (m^3 /viaggio)**	**Origine/destinazione dei materiali**
Edifici, cortili, basamenti.	11059	1	11059	8	*Dagli impianti di produzione al sito di progetto.*
Quantità totale da trasportare in loco	**Numero di viaggi necessari (numero di veicoli)**	**Numero massimo di transiti giornalieri**	**Numero minimo di giorni necessari**	**Traffico medio orario (n. di veicoli)**	
11059	1383	15	93	1.5	

Tabella 02.8: Valutazione del transito dei veicoli pesanti - Fase 2

VALUTAZIONE DEL TRANSITO DEI VEICOLI PESANTI - FASE 2
Durata totale dei lavori: 1232 giorni
A - OPERE DI COSTRUZIONE
A1 - Lavori di scavo

Descrizione dell'attività	Quantità (m^3)	Fattore aumento volume	Materiale totale (m^3)	Capacità di trasporto (m^3 /viaggio)	Origine/destinazione dei materiali
Sito complessivo (all'interno della recinzione di sicurezza)	49461	1.2	59354	10	*Tutto il materiale tagliato deve essere trasportato fuori dal cantiere e smaltito come rifiuto.*
Quantità totale (m^3) da trasportare fuori sito	**Numero di viaggi necessari (numero di veicoli)**	**Numero massimo di transiti giornalieri**	**Numero minimo di giorni necessari**	**Traffico medio orario (n. di veicoli)**	*Si ipotizza una giornata di lavoro di 8 ore con un tempo di riempimento di 15 minuti per camion; 60 minuti di viaggio da e per il sito.*
59354	5936	35	170	5	
A2 - Materiale di riempimento					
Descrizione dell'attività	**Quantità (m^3)**	**Fattore aumento volume**	**Materiale totale (m^3)**	**Capacità di trasporto (m^3 /viaggio)**	**Origine/destinazione dei materiali**
Edifici e dintorni (accumulo)	92975	1	92975	10	*Da acquistare presso siti di produzione esterni all'area circostante.*
Terreno di riporto per le aree verdi all'interno del perimetro del sito	6555	1	6555	10	
Quantità totale (m^3) da trasportare in loco	**Numero di viaggi necessari (numero di veicoli)**	**Numero massimo di transiti giornalieri**	**Numero minimo di giorni necessari**	**Traffico medio orario (n. di veicoli)**	*Si ipotizza una giornata di lavoro di 8 ore con un tempo di riempimento di 15 minuti per camion; 60 minuti di viaggio da e per il sito.*
99530	9953	60	166	6	
A3 - Approvvigionamento di elementi in calcestruzzo e acciaio per PC					
Descrizione dell'attività	**Quantità**	**Fattore aumento volume**	**Materiale totale**	**Capacità di carico (quantità/viaggio)**	**Origine/destinazione dei materiali**
Elementi prefabbricati in calcestruzzo (m)^3	43834	1	43834	12	*Dagli impianti di produzione al sito di progetto.*
Elementi in acciaio (t)	8971	1	8971	20	
Quantità totale da trasportare in loco	**Numero di viaggi necessari (numero di veicoli)**	**Numero massimo di transiti giornalieri**	**Numero minimo di giorni necessari**	**Traffico medio orario (n. di veicoli)**	
43834	3653	8	457	0.8	
8971	449	8	57	0.8	
A4 - Approvvigionamento di calcestruzzo gettato in opera					

Descrizione dell'attività	Quantità (m^3)	Fattore aumento volume	Materiale totale (m^3)	Capacità di carico (m^3 /viaggio)	Origine/destinazione dei materiali
Edifici, cortili, basamenti.	67267	1	67267	8	*Dagli impianti di produzione al sito di progetto.*
Quantità totale da trasportare in loco	**Numero di viaggi necessari (numero di veicoli)**	**Numero massimo di transiti giornalieri**	**Numero minimo di giorni necessari**	**Traffico medio orario (n. di veicoli)**	
67267	8409	15	561	1.5	

Tabella 02.9: Valutazione del transito dei veicoli leggeri

Descrizione dell'attività	Fase 1a	Fase 1b	Fase 2 (per edificio)
	Numero di veicoli al giorno		
Scavo	20	5	30
Costruzione della conchiglia	60	60	90
Allestimenti e finiture	200	200	300
TOTALE:	**280**	**265**	**420**

I lavori di costruzione comprenderanno lavori di livellamento del sito, che saranno in gran parte contenuti all'interno dell'area. Saranno necessari materiali per i lavori di costruzione e le consegne saranno distribuite nell'arco della giornata lavorativa. Il personale addetto alla costruzione viaggerà da e verso il sito, ma la tempistica degli spostamenti sarà compensata dalle ore di punta della rete stradale locale. L'impatto dei lavori di costruzione sulla rete stradale locale sarà a breve termine, scaglionato e in alcuni casi trascurabile. L'impatto maggiore sulla rete stradale locale si verificherà durante la fase di scavo, la cui durata prevista è di soli 4 mesi nella Fase 1 e 8 mesi nella Fase 2.

2.5.2 Carreggiata utilizzata dai mezzi di cantiere

L'analisi fornita nelle sezioni precedenti di questo processo preliminare del sito è rafforzata dal fatto che l'accesso all'area di intervento si basa sulla rete stradale esistente, in particolare sulla SP105 e sulla SP40.

Utilizzando la rete autostradale, in particolare per la quarta categoria di veicoli - i veicoli speciali - l'area di cantiere si trova a poco più di un chilometro dall'uscita di Binasco dell'autostrada A7 Milano-Genova e a circa 14 chilometri dall'uscita di Melegnano dell'autostrada A1 Milano-Bologna, nonché dal raccordo con la Tangenziale Est Esterna di Milano. Da entrambe le uscite autostradali, le aree sono raggiungibili attraverso la SP40 Binasco-Melegnano.

I disegni del progetto mostrano anche le carreggiate utilizzate durante le diverse fasi operative, all'interno delle aree di cantiere, dai veicoli operativi.

Appendice A - Disegni

Clifton Scannell Emerson Associates Limited, Civil & Structural Consulting Engineers
Seafort Lodge, Castledawson Avenue, Blackrock, Co. Dublin, Ireland.

T. +353 1 288 5006 F. +353 1 283 3466 E. info@csea.ie W. www.csea.ie